

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002262328
PUBLICATION DATE : 13-09-02

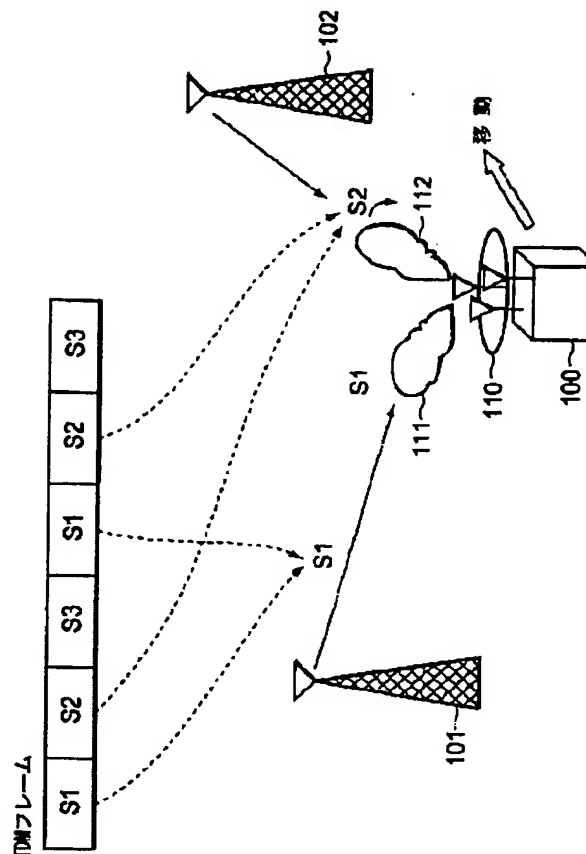
APPLICATION DATE : 25-12-01
APPLICATION NUMBER : 2001392716

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : ODAYASHI SHUICHI;

INT.CL. : H04Q 7/22 H01Q 3/26 H04B 1/707
H04B 7/08 H04B 7/10 // H04J 3/00

TITLE : MOBILE COMMUNICATION TERMINAL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a mobile communication terminal provided with an adaptive array antenna that can realize high-speed handover.

SOLUTION: The mobile communication terminal is provided with a plurality of multipliers that multiply a plurality of signals outputted from the array antenna by corresponding weighting coefficients to provide an output of a multiplication result signal, a reception means that generates a received signal from the multiplication result signal outputted from the multipliers, a control means that executes the calculation of the weighting coefficient based on the received signal outputted from the reception means to conduct adaptive control by giving the weighting coefficient to the multipliers, an initial value calculation means that calculates the initial value of the weighting coefficient before the handover. The control means starts the calculation of the weight coefficient by using the initial value calculated at the handover.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-262328

(P 2 0 0 2 - 2 6 2 3 2 8 A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002. 9. 13)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04Q 7/22		H01Q 3/26	Z 5J021
H01Q 3/26		H04B 7/08	D 5K022
H04B 1/707		7/10	A 5K028
7/08		H04J 3/00	H 5K059
7/10		H04B 7/26	107 5K067

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全15頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-392716 (P 2001-392716)
(22) 出願日 平成13年12月25日 (2001. 12. 25)
(31) 優先権主張番号 特願2000-393202 (P 2000-393202)
(32) 優先日 平成12年12月25日 (2000. 12. 25)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(72) 発明者 尾林 秀一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

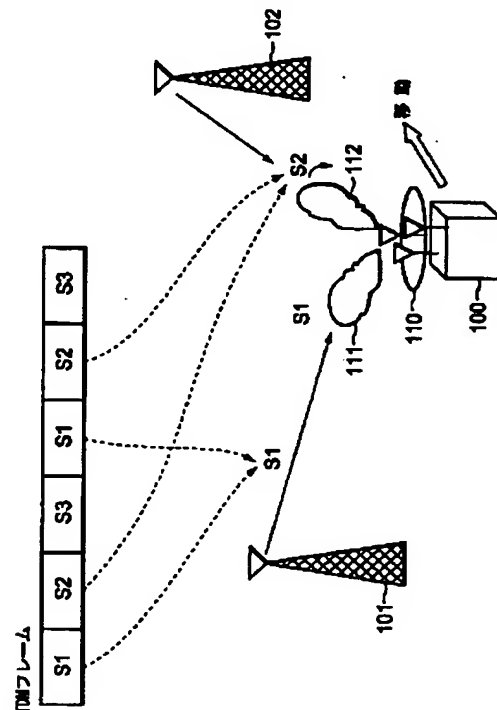
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動通信端末装置

(57) 【要約】

【課題】 アダプティブアレイアンテナを備えた移動通信
端末装置において高速なハンドオーバを実現すること

【解決手段】 アレイアンテナから出力された複数の信号
に重み付け係数を乗算し、乗算結果信号を出力する複数の
乗算器と、この乗算器から出力された乗算結果信号から
受信信号を生成する受信手段と、この受信手段から出
力された受信信号に基づいて重み付け係数の計算を実行
し、該重み付け係数を乗算器に与えることにより適応制
御をするための制御手段と、重み付け係数の初期値をハ
ンドオーバに先だって計算する初期値計算手段と、を具
備する。制御手段は、ハンドオーバ時に、計算された初
期値を用いて重み付け係数の計算を開始する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の基地局又は第 2 の基地局のいずれか一方と通信し、該第 1 の基地局から該第 2 の基地局へハンドオーバーする移動通信端末装置であって、複数の信号を出力するアレイアンテナと、

前記アレイアンテナから出力された複数の信号に重み付け係数を乗算し、乗算結果信号を出力する複数の乗算器と、

前記乗算器から出力された乗算結果信号から受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段から出力された受信信号に基づいて、前記重み付け係数の計算を実行し、計算された該重み付け係数を与えることにより前記乗算器を適応制御する制御手段と、

前記重み付け係数の初期値を前記ハンドオーバーの前に計算する初期値計算手段と、を具備し、

前記制御手段は、前記ハンドオーバー時に、前記初期値を用いて前記重み付け係数の計算を開始することを特徴とする移動通信端末装置。

【請求項 2】 前記初期値計算手段は、前記第 2 の基地局から当該移動通信端末装置への無線電波の到来方向を推定する推定手段と、

前記到来方向に応じて計算された前記重み付け係数の初期値を記憶する記憶手段と、を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の移動通信端末装置。

【請求項 3】 第 1 の基地局又は第 2 の基地局のいずれか一方と通信し、該第 1 の基地局から該第 2 の基地局へハンドオーバーする移動通信端末装置であって、複数の信号を出力するアレイアンテナと、

前記アレイアンテナから出力された複数の信号に重み付け係数を乗算し、乗算結果信号を出力する複数の乗算器と、

前記乗算器から出力された乗算結果信号から受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段から出力された受信信号に基づいて、前記重み付け係数の計算を実行し、計算された該重み付け係数を与えることにより前記乗算器を適応制御する制御手段と、

前記第 2 の基地局から当該移動通信端末装置への無線電波の到来方向を推定する推定手段、および推定された前記到来方向を示す情報を記憶する記憶手段を含み、前記重み付け係数の初期値を前記ハンドオーバーの前に計算する初期値計算手段と、を具備し、

前記制御手段は、前記ハンドオーバー時に、前記初期値を用いて前記重み付け係数の計算を開始することを特徴とする移動通信端末装置。

【請求項 4】 第 1 の基地局又は第 2 の基地局のいずれか一方と通信し、該第 1 の基地局から該第 2 の基地局へハンドオーバーする移動通信端末装置であって、複数の信号を出力するアレイアンテナと、

前記アレイアンテナから出力された複数の信号に重み付け係数を乗算し、乗算結果信号を出力する複数の乗算器と、

前記乗算器から出力された乗算結果信号から受信信号を生成する受信手段と、

前記受信手段から出力された受信信号に基づいて、前記重み付け係数の計算を実行し、計算された該重み付け係数を与えることにより前記乗算器を適応制御する制御手段と、

10 前記重み付け係数の初期値を前記ハンドオーバーの前に計算する初期値計算手段と、

計算された前記初期値を記憶する記憶手段と、を具備し、

前記制御手段は、前記ハンドオーバー時に、前記初期値を用いて前記重み付け係数の計算を開始することを特徴とする移動通信端末装置。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 の基地局との間で、TDM (Time Division Multiple Access) 方式に従って無線通信することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の移動通信端末装置。

20

【請求項 6】 前記推定手段は、前記到来方向の推定をTDMのタイムスロット以外の時間帯に行うことを特徴とする請求項 2 又は 3 のいずれか一項に記載の移動通信端末装置。

【請求項 7】 前記第 1 及び第 2 の基地局との間で、CDMA (Code Division Multiple Access) 方式に従って無線通信する請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の移動通信端末装置。

【請求項 8】 前記第 1 の基地局又は他の基地局から基地局リストを取得し、該基地局リストに基づいて、複数の基地局の中から前記第 2 の基地局を選択することを特徴とする請求項 7 に記載の移動通信端末装置。

【請求項 9】 前記初期値計算手段は、前記到来方向に応じて計算された前記重み付け係数の初期値をLMS (Least Mean Square) を含む適応制御アルゴリズムに基づいて更新することを特徴とする請求項 2 又は 3 のいずれか一項に記載の移動通信端末装置。

【請求項 10】 前記初期値計算手段は、前記到来方向に応じて計算された前記重み付け係数の初期値を、受信レベルが所定の閾値よりも大きいときに出力することを特徴とする請求項 2 又は 3 のいずれか一項に記載の移動通信端末装置。

【請求項 11】 前記第 1 の基地局との通信時に用いるビット同期及びフレーム同期のための第 1 の同期回路と、

前記第 2 の基地局との通信時に用いるビット同期及びフレーム同期のための第 2 の同期回路と、を具備することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の移動通信端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基地局との間で無線通信を行うための移動端末装置に係り、特にアダプティブアレイアンテナを用いた移動通信端末装置に関する。

【0002】

【従来の技術】アダプティブアレイアンテナは、所定形状に配列された複数のアンテナ素子から構成されるアレイアンテナの各アンテナ素子の出力に対して重み係数を乗じることで重み付けを行い、その重み係数を制御することによって指向性を適応的に変更可能としたアンテナである。近年、このアダプティブアレイアンテナを移動

端末に搭載した無線通信システムの研究開発が進められている。

【0003】図16に、このような移動無線端末を用いた無線通信システムの典型的な例を示す。移動端末1000は、搭載されたアダプティブアレイアンテナ1010の重み係数を適応制御することにより、通信相手の基地局1001に対して指向性を向けたビームパターン1011を合成し、基地局1001と通信を行う。これによりオムニ指向性アンテナを搭載した場合に比較して、送信電力を抑えて消費電力の低減を図ることができ、電池のような容量に限りのある電源を使用した場合、より長時間の通信が可能になる。また、他の方向への干渉電力の輻射を抑えることができるため、通信を行っている基地局1001以外の基地局への干渉を抑えることが可能となる。

【0004】このような無線通信システムにおいては、移動端末1000が移動して通信相手の基地局1001から徐々に離れ、通信を継続するのに必要な受信電界強度が得られなくなるときにハンドオーバーを行う。ハンドオーバー時には、移動によって移動端末1000に近くなった基地局1002に対してアンテナ指向性を向けたビームパターン1012を新たに合成する必要がある。しかし、アダプティブアレイアンテナのビームパターンを合成し直すには、重み係数の適応制御のための信号処理時間が必要であり、ビームパターン1011からビームパターン1012への変更に伴う適応制御に要する信号処理時間の間に、通信が途切れてしまうことになる。

【0005】上述したように従来の指向特性を適応的に変更可能なアダプティブアレイアンテナを搭載した無線通信用移動無線端末においては、アダプティブアレイアンテナの指向性合成に重み係数の適応制御のための信号処理時間が必要なため、ハンドオーバー時にビームパターンの変更に伴う適応制御に要する信号処理時間の間に通信が途切れるという問題点があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題点を解消し、高速なハンドオーバーを実現できるアダプティブアレイアンテナを備えた移動通信端末装置を提供

することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明に係る移動通信端末装置は次のように構成されている。すなわち、本発明に係る移動通信端末装置は、第1の基地局又は第2の基地局のいずれか一方と通信し、該第1の基地局から該第2の基地局へハンドオーバーする移動通信端末装置であって、複数の信号を出力するアレイアンテナと、前記アレイアンテナから出力された複数の信号に重み付け係数を乗算し、乗算結果信号を出力する複数の乗算器と、前記乗算器から出力された乗算結果信号から受信信号を生成する受信手段と、前記受信手段から出力された受信信号に基づいて、前記重み付け係数の計算を実行し、計算された該重み付け係数を与えることにより前記乗算器を適応制御する制御手段と、前記重み付け係数の初期値を前記ハンドオーバーの前に計算する初期値計算手段と、を具備し、前記制御手段は、前記ハンドオーバー時に、前記初期値を用いて前記重み付け係数の計算を開始することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係る無線通信システムの概略を説明するための図であり、アダプティブアレイアンテナを備えた携帯電話機、携帯無線機及び携帯情報端末などの移動端末装置（以下、単に移動端末という）100と基地局101がTDMA（Time Division Multiple Access：時分割多元接続）通信方式により通信を行っている状態を示している。

【0009】TDMA通信方式においては、図1の上側に示されるように通信チャネルは複数のフレーム（TDMフレーム）に分割され、さらに各TDMフレームは複数のタイムスロットS1、S2、S3に分割される。移動端末100が通信を行うときには、1フレーム当たり通常1タイムスロットが割り当てられる。

【0010】図1の例では基地局101から移動端末100への通信に割り当てられているタイムスロットはS1であり、移動端末100は各TDMフレーム内のタイムスロットS1において、アレイアンテナ110により合成されたアンテナビーム111を用いて基地局101からの送信信号を受信している。その他のタイムスロットS2、S3では、基地局101から移動端末100向けの送信信号は出力されない。

【0011】移動端末100では、受信に用いているタイムスロットS1以外のタイムスロットS2、S3の時間帯や、アンテナビームを切り替える際の所要時間を利用して、例えばタイムスロットS2の先頭及びタイムスロットS3の終端付近を除いた時間帯に、現在通信を行っている基地局101以外の周囲の基地局102から到

来する電波の到来方向推定を行う。移動端末100が高速移動をしていない場合には、タイムスロットS2、S3の全ての時間帯に到来方向の推定を行う必要はないが、少なくとも移動端末100の移動速度を考慮して、到来方向推定結果が極端に変動することのないような時間間隔で到来方向推定を行う。この到来方向推定の具体例については、後に詳しく説明する。

【0012】移動端末100では、推定した到来方向にアンテナビームを向けるための重み係数を計算したり、あるいは、さらに現在タイムスロットS1を用いて通信を行っている基地局101の方向にヌルを向けることができるような重み係数を計算して、例えば到来方向推定結果及び受信レベルの情報と共にメモリに記憶しておく。そして、基地局101から基地局102へのハンドオーバー時に、それまでに計算され、メモリに記憶されている到来方向推定結果及び重み係数を初期値として、アダプティブアレイアンテナの適応制御を開始する。

【0013】このような動作により、移動端末100は現在通信中の基地局101から離れたり、建物等の障害物が基地局101との間に入るなどで急に見通しが無くなるような場合にも、アダプティブアレイアンテナの適応制御をの収束を早めることが可能となり、従来技術の問題点が解決される。以下、さらに具体的に説明する。

【0014】図2は、本実施形態における移動端末100に使用される送受信機の構成の一例を示している。アレイアンテナ110は図1中に示したものであり、複数のアンテナ素子A1、A2、A3、A4を直線状あるいは円形状といった所定形状に配列して構成される。アレイアンテナ110の各アンテナ素子の出力信号はフィルタ（例えば、帯域通過フィルタ）201により不要成分が除去され、さらに低雑音増幅器（LNA）202により増幅された後にミキサ203に入力され、ローカル発振器204から分配器205を介して供給されるローカル信号と乗算されることにより、周波数変換（ダウンコンバート）される。乗算器203の出力はフィルタ206により不要成分が除去され、直交復調器207により復調された後、A/D変換器（ADC）208よりデジタル信号に変換される。フィルタ201、LNA202、ミキサ203、ローカル発振器204、分配器205、フィルタ206、直交復調器207及びA/D変換器208は、アレイアンテナ110のアンテナ素子数と同数個設けられる。

【0015】A/D変換器208から出力されるデジタル信号は、デジタル信号処理部（DSP）210に入力される。デジタル信号処理部210において、A/D変換器208からのデジタル信号は、まず乗算器（複素乗算器）211に入力され、振幅及び位相についての重み係数（複素重み係数）が乗じられる。乗算器211の出力は加算器212により加算される。加算器212の出力は検波回路213によって検波され、検波回

路213の出力は図示しない次段回路へ受信信号として導かれると共に、制御回路214に入力される。制御回路214には、さらにA/D変換器208からのデジタル信号も入力されている。この制御回路214によって、乗算器211に重み係数が与えられる。制御回路214については、後に詳しく説明する。

【0016】デジタル信号処理部210には、移動端末100が現在通信を行っている基地局101との間の送受信に用いられる主同期回路215に加えて、基地局101以外の少なくとも一つの他の基地局（例えば、図1の基地局102）との間の送受信を行う際に用いられる副同期回路216が備えられている。これらの同期回路215、216は、ビット同期及びフレーム同期を行う回路であり、例えばPLL（Phase Locked Loop）を用いて構成される。同期回路215、216は、スイッチ217、218によって切り替えられる。

【0017】すなわち、移動端末100が基地局101との間で通信を行う際には、スイッチ217、218は実線の側に接続され、加算器212の出力がスイッチ217を介して主同期回路215に入力されると共に、主同期回路215の出力がスイッチ218を介して検波回路213及び制御回路214に入力される。同様に、移動端末100が基地局102との間で通信を行う際には、スイッチ217、218は破線の側に接続され、加算器212の出力がスイッチ217を介して副同期回路216に入力されると共に、副同期回路216の出力がスイッチ218を介して検波回路213及び制御回路214に入力される。同期回路215、216から検波回路213に供給される信号は同期検波用の参照信号であり、制御回路214にはこれと同期したクロック信号が入力される。

【0018】このように移動端末100において、通信中の基地局101からの送信信号の受信に用いる主同期回路215とは別に、他の基地局102からの送信信号の受信に用いる副同期回路216を用意することによって、基地局102との間欠的な送受信においても、同期検波による優れた誤り率特性を得ることができる。また、検波回路213による検波後の信号に対して、制御回路214で必要な方向推定アルゴリズムを適用することが容易になるという効果も期待できる。

【0019】さらに、移動端末100においては、現在通信中の基地局101以外の基地局102からの信号受信はバースト状、つまり間欠的であるため、副同期回路216に用いるPLLの時定数を受信時と非受信時で変更し、非受信時にはパラメータがあまり動かないように時定数を大きくして、位相が変動しにくくする工夫をすると、非受信時においても同期状態が保存され、異なる基地局からの同期検波が可能になるという効果が得られる。

【0020】次に、図3を参照して制御回路214につ

いて説明する。図3は、制御回路214のうちの重み係数制御に関する部分の構成であり、主たる重み係数計算部301及び重み係数保持部302に加えて、到来方向推定部303、重み係数計算部304及び重み係数記憶部305を有する。重み係数計算部301は、図3のA/D変換器208から出力されるデジタル信号及び検波回路213からの受信信号に基づいて最適な重み係数を計算する。この重み係数の計算は、例えば受信信号と参照信号との誤差信号を最小にするような規範によって行われる。重み係数計算部301で計算された重み係数は、重み係数を次のフレームまで保持するための重み係数保持部302を介して乗算器211に与えられる。

【0021】到来方向推定部303は、移動端末100が通信を行っている基地局101以外の基地局102等（以下、基地局102で代表するものとする）からの電波の到来方向を推定するものであり、その推定方法としては以下に挙げる方法が考えられる。

(1) アダプティブアレイアンテナの最大指向性方向を偏向させて移動端末100の周囲を走査する「ビームスキャン」を行い、最も受信電界強度が大きくなる方向を電波の到来方向とする。具体的には、重み係数を逐次変化させることによりビームスキャンを行いつつ、検波回路213からの受信信号レベルを監視して、受信信号レベルが最大となる時の重み係数に対応する方向を到来方向とする。

【0022】(2) アダプティブアレイアンテナの放射指向性の谷であるヌルの方向を変更して移動端末100の周囲を走査する「ヌルスキャン」を行い、最も受信電界強度が小さくなる方向を電波の到来方向とする。この方法を実現するには、重み係数を逐次変化させることによりヌルスキャンを行いつつ、検波回路213からの受信信号レベルを監視して、受信信号レベルが最小となる時の重み係数に対応する方向を到来方向とすればよい。

(3) 高分解能到来方向推定アルゴリズムとして知られるMUSIC(Multiple Signal Classification), ESPRIT(Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques)といった固有値展開に基づく方法、あるいは、これらの変形であるルートMUSIC, ユニタリESPRIT等の方法を用いる。これらの方法は、推定のための信号処理量が増えるものの、推定精度は高い。

【0023】到来方向推定部303によって基地局102からの電波の到来方向の推定が成功すると、その到来方向にアンテナビームを向けるための重み係数がもう一つの重み係数計算部304によって計算される。こうして計算された重み係数は、重み係数記憶部305に図4に示すようなテーブル形式で到来方向及び受信レベルに対応付けられて記憶される。すなわち、現在通信を行っている基地局101以外の周囲の基地局102は複数存在する場合もあるので、それらの各基地局からの電波の

到来方向に対応する重み係数が到来方向及び受信レベルと対応付けられて記憶される。受信レベルは、検波回路213から出力される受信信号のレベルを表す。なお、図4のテーブルのうち到来方向と重み係数是一对一に対応するので、到来方向の情報については省略してもよい。

【0024】重み係数記憶部305からは、移動端末100がハンドオーバーを行う必要が生じたときに最も高い受信レベルに対応する重み係数が読み出される。重み係数計算部301は、重み係数記憶部305から読み出された重み係数が初期値として与えられ、この初期値から重み係数の計算（更新）、すなわち基地局102との通信に最適な重み係数の適応制御を開始する。

【0025】次に、図5に示すフローチャートを用いて本実施形態における処理の流れについて説明する。まず、基地局101から移動端末100との通信に用いるタイムスロット S_n （例えば、 $S_n = S_1$ ）を割り当てる（S501）。次に、タイムスロット S_i を S_n とおき、タイムスロット S_n が開始すると移動端末100がアンテナビームを基地局101に向けて、タイムスロット S_n を用いて基地局101からの送信信号を受信し、この受信をタイムスロット S_n が終了するまで行う（S502～S504）。タイムスロット S_n が終了した時点で通信を継続するかどうかを調べ（S505）、継続しない場合は終了処理を行い（S506）、継続する場合はさらに前回の到来方向推定から予め決められた所定時間以上の時間が経過したかどうかを調べる（S507）。

【0026】ステップS507において、タイムスロット S_n が終了した時点で所定時間以上経過していなければステップS502に戻り、経過していれば到来方向推定部303によって移動端末100と現在通信中の基地局101以外の基地局102からの電波の到来方向を推定する（S508）。そして、この推定した到来方向に基づいて重み係数計算部304で重み係数を計算し（S509）、推定した到来方向及び受信レベルと計算した重み係数を対応付けて重み係数記憶部305に記憶する（S510）。

【0027】次に、ステップS511において移動端末100が基地局101と通信中にハンドオーバー、つまり移動端末100が基地局101と通信している状態から他の基地局102との通信に移行する必要が生じた場合には、重み係数記憶部305に記憶されている、基地局102からの電波の到来方向に対応した重み係数を重み係数計算部301に初期値として与え、基地局102からの電波を受信するための重み係数の適応制御を開始する（S512）。

【0028】ここで、基地局101の周囲の基地局102が複数存在した場合、重み係数記憶部305にはそれら複数の基地局102からの電波の到来方向に対応した

重み係数が到来方向及び受信レベルと共に記憶されているので、ステップS512では、それら複数の基地局のうちで最も受信レベルの高い基地局に対応する重み係数を重み係数計算部301に初期値として与えることにより、その最も受信レベルの高い基地局からの電波を受信するための重み係数の適応制御を開始することになる。

【0029】次に、ステップS513において基地局101から基地局102へのハンドオーバーが成功しなかった場合は終了処理を行い(S514)、成功した場合には基地局102からタイムスロットSmを割り当て(S515)、SiをSmにおいてステップS502以降の処理を繰り返す。

【0030】このように本実施形態では、移動端末100と通信を行う基地局101を他の基地局102に切り替えるハンドオーバー時に、重み係数記憶部305から重み係数計算部301に基地局102からの電波の到来方向に応じて予め計算された重み係数を初期値として与えることにより、重み係数の適応制御を速やかに収束させることができる。

【0031】ここで、本実施形態の変形例を説明する。

【0032】図6は、図3の重み係数計算部304の詳細な内部構成の一例を示す。

【0033】本構成例において、推定到来方向からの重み係数初期値計算部1401は、上述した重み係数計算部304と同様の機能を持つ。この計算部1401は、到来方向推定部303からの到来方向推定結果を元に、推定した到来方向へ最大指向性を向けることができる重み付け値を計算し、これを初期値として出力する。重み係数更新部1402は、この初期値を、通信中の基地局以外の該当する基地局からの受信信号を受けるための、アレイアンテナの重み係数の初期値として用いる。重み係数更新部1402は、各アンテナ素子からの入力によるADC出力をも入力する。該更新部1402は、上記の初期値に対して、LMS(Least MeanSquare)等の適応制御アルゴリズムを適用し、重み係数の更新をする。かかる構成の場合、計算部1401からのそのままの出力を、ハンドオーバー時にメインの重み付け計算回路301へ初期値として与えるよりも、収束時間を短縮できるといふ利点がある。

【0034】尚、このような構成例では、図4のテーブルに関して、到来方向と重み係数は必ずしも1対1に対応しない。

【0035】別の構成例は、図6に示すように、受信レベルに応じた初期値出力制御回路1403を設けたものである。検波回路213から出力される受信レベルに関する情報に基づき、受信レベルが、所定のしきい値に比べて大きいときに限り、推定された到来方向推定結果の誤差が小さいと判断して、重み係数初期値計算部1401から初期値を出力するよう構成される。

【0036】次に、図3に示した制御回路の他の構成例

を説明する。

【0037】図7は、他の基地局に対する到来方向の推定のみを行うこととし、基地局のテーブルとして、推定した到来方向及びその際の受信レベルを記憶するよう構成した場合を示している。この構成によれば、基地局テーブルの大きさを小さくすることができるという利点がある。また、各重み付け係数の初期値をその都度計算する構成ではないことから、到来方向の推定処理自体にハードウェアとソフトウェアのリソースを豊富に割り当てることができる。この構成は、通常は処理時間をそれほど必要としないが到来方向推定はやや精度が落ちるビームスキャンのような方向推定に代えて、相当の処理時間を要する高分解能到来方向推定を行う場合に好適であり、方向推定精度を向上できる。

【0038】図8は、到来方向推定部が設けられておらず、第2の重み付け係数計算回路を設けるよう構成した場合を示している。この構成は、通信中の基地局との通信スロット以外のタイミングで受信を行う際に、到来方向推定をするまでもなく他の基地局に対する重み付け係数を或る程度の精度で計算可能な場合に適している。

【0039】たとえば、基地局がそれほど密集して設定されていないなどの理由で、通信中の基地局との通信スロット以外のタイミングで送信している基地局が少なく、干渉が厳しくない場合、あるいは、もう1種類の拡散符号など信号に対し二次変調(あるいは一次変調)が施されており、この二次変調の逆拡散後は該基地局からの信号が干渉を受ける場合が少ない場合、などである。

【0040】尚、図3の構成は、ハンドオーバーの際には、各アンテナ素子への重み付けの初期値が既に計算されているので、図7に示した構成に比べてハンドオーバーの際の計算量が少なくなる点が有利である。到来方向推定部を備える図3(及び図6)の構成は、到来方向の推定結果を重み付け計算回路の初期値に使えるため、図8に比べてアンテナの重み付け係数の繰り返し計算の収束速度が向上する点で有利である。

【0041】(第2の実施形態)次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図9は、第2の実施形態に係る無線通信システムの概略を説明する図であり、図1と同様にアダプティブアレイアンテナを備えた携帯電話機、携帯無線機及び携帯情報端末などの移動端末装置(以下、単に移動端末という)600と基地局601がCDMA(Code Division Multiple Access: 符号分割多元接続)通信方式により通信を行っている状態を示している。

【0042】CDMA通信方式では、図9の上側に示されるように通信チャネルは複数種類の拡散符号C1、C2、C3によって多重化される。移動端末600は、例えば二組のビーム合成・逆拡散回路を含む受信回路を有し、各々の受信回路により個別にアンテナビーム611、612を形成できるように構成される。図9の例で

は、移動端末600は拡散符号C1を用いた基地局601からの送信信号を一方の受信回路で形成されたアンテナビーム611により受信している。

【0043】さらに、移動端末600は他方の受信回路で形成されたアンテナビーム612を偏向させて周囲をスキャンしたり、あるいはアダプティブアレイアンテナへの入力信号ベクトルに対して信号処理を施すなどの方法を用いて、現在通信を行っている基地局601以外の周囲の基地局602から到来する拡散符号C2を用いた電波の到来方向推定を行う。この場合、移動端末600の移動速度を考慮して、到来方向推定結果が極端に変動することのないような時間間隔で到来方向推定を行う。

【0044】以下、移動端末600は第1の実施形態と同様に到来方向推定結果に従って、推定した到来方向にアンテナビームを向けるための重み係数を計算したり、あるいは、現在通信を行っている基地局601の方向にヌルを向けることができるような重み係数を計算して、到来方向推定結果と共にメモリに記憶しておく。そして、基地局601から基地局602へのハンドオーバー時に、それまでに計算され記憶されている到来方向推定結果及び重み係数を初期値として、アダプティブアレイアンテナの適応制御を開始する。

【0045】このようにすることにより、移動端末600は現在通信中の基地局601から離れたり、建物等の障害物が基地局601との間に入るなどで急に見通しが無くなるような場合にも、アダプティブアレイアンテナの適応制御の収束を早めることが可能となる。

【0046】図10は、本実施形態における移動端末600に使用される送受信機の構成の一例を示している。アレイアンテナ610、フィルタ701、LNA702、ミキサ703、ローカル発振器704から分配器705、フィルタ706、直交復調器707、A/D変換器(ADC)708については、第1の実施形態における図2に示した移動端末100の構成と同様である。

【0047】A/D変換器708から出力されるデジタル信号が入力されるデジタル信号処理部(DSP)709には、二組の受信回路710、720が設けられている。移動端末600が現在通信を行っている基地局601からの送信信号を受信する際には一方の受信回路710が用いられ、他の基地局602からの送信信号を受信する際には他方の受信回路720が用いられる。

【0048】すなわち、デジタル信号処理部709内の受信回路710、720にそれぞれ入力された複数のデジタル信号は、複素乗算器である複数の第1乗算器711及び第2乗算器721にそれぞれ入力され、振幅及び位相についての重み係数(複素重み係数)が乗じられる。乗算器711及び712の出力は、それぞれ加算器712及び722によって加算される。加算器712及び722の出力は、それぞれ逆拡散回路713、723により拡散符号を用いて逆拡散された後、検波回路7

13及び723によって検波される。検波回路714及び724の出力は、図示しない次段回路へ受信信号として導かれると共に、制御回路715及び725に入力され、制御回路715及び725から乗算器711及び721に重み係数が与えられる。制御回路715及び725の基本構成は、第1の実施形態における図2中に示した制御回路214と同様である。

【0049】受信回路710、720には、さらに同期回路716、726が設けられている。同期回路716、726は、移動端末600が基地局601、602との送受信をそれぞれ行うとき、言い換えれば受信回路710、720が基地局601、602からの送信信号を受信するときにそれぞれビット同期及びフレーム同期を行う回路であり、例えばPLLを用いて構成される。同期回路716、726は、逆拡散回路713、723に対しては拡散符号(例えばC1、C2)を供給し、検波回路714、724に対しては同期検波用の参照信号を供給し、また制御回路715、725に対してはクロック信号を供給する。

【0050】このように移動端末600内の二つの受信回路710、720に、それぞれ同期回路716、726を設けることにより、基地局702との間の間欠的な送受信においても、同期検波による優れた誤り率特性を得ることができる。また、検波回路714、724による検波後の信号に対して、制御回路715、725で必要な方向推定アルゴリズムを適用することが容易になるという効果も期待できる。

【0051】また、移動端末600における現在通信中の基地局601以外の基地局602からの信号受信はバースト状、つまり間欠的であるため、同期回路726に用いるPLLの時定数を受信時と非受信時で変更し、非受信時にはパラメータがあまり動かないように時定数を大きくして、位相が変動しにくくする工夫をすると、非受信時においても同期状態が保存され、異なる基地局からの同期検波が可能になるという効果が得られる。

【0052】次に、図11に示すフローチャートを用いて本実施形態における処理の流れについて説明する。まず、移動端末600と最初に通信を行う基地局601と通信に用いる拡散符号Cn(例えば、Cn=C1)を決定する(S801)。次に、拡散符号CiをCnとおき、移動端末600がアンテナビームを基地局601に向けて、拡散符号Cnを用いて基地局601からの送信信号を受信する(S802)。ステップS803で通信を継続するかどうかを調べ、継続しない場合は終了処理を行い(S804)、継続する場合はさらに前回の到来方向推定から予め決められた所定時間以上の時間が経過したかどうかを調べる(S805)。

【0053】ステップS805において前回の到来方向推定から所定時間以上経過していなければステップS802に戻り、経過していれば制御回路725内の到来方

向推定部によって移動端末 600 と現在通信中の基地局 101 以外の基地局 102 からの電波の到来方向を推定する (S806)。そして、この推定した到来方向に基づいて制御回路 725 内の重み係数計算部で重み係数を計算し (S807)、推定した到来方向及び受信レベルと計算した重み係数を対応付けて制御回路 725 内の重み係数記憶部に記憶する (S808)。

【0054】次に、ステップ S809 において移動端末 600 が基地局 601 と通信中にハンドオーバー、つまり移動端末 600 が基地局 601 と通信している状態から他の基地局 602 との通信に移行する必要がある場合には、制御回路 725 内の重み係数記憶部に記憶されている、基地局 602 からの電波の到来方向に対応した重み係数を制御回路 725 内の重み係数計算部に初期値として与え、基地局 602 からの電波を受信するための重み係数の適応制御を開始する (S810)。

【0055】ここで、基地局 601 の周囲の基地局 602 が複数存在した場合、制御回路 725 内の重み係数記憶部にはそれら複数の基地局 602 からの電波の到来方向に対応した重み係数が到来方向及び受信レベルと共に記憶されているので、ステップ S810 では、それら複数の基地局のうちで最も受信レベルの高い基地局に対応する重み係数を制御回路 725 内の重み係数計算部に初期値として与えることにより、その最も受信レベルの高い基地局からの電波を受信するための重み係数の適応制御を開始することになる。

【0056】次に、ステップ S811 において基地局 601 から基地局 602 へのハンドオーバーが成功しなかった場合は終了処理を行い (S812)、成功した場合には基地局 602 と拡散符号 C_m を決定し (S813)、 C_i を C_m とおいてステップ S802 以降の処理を繰り返す。

【0057】このように本実施形態においても、移動端末 600 と通信を行う基地局を基地局 601 から他の基地局 602 に切り替えるハンドオーバー時に、基地局 602 からの電波の到来方向に応じて予め計算された重み係数をアダプティブアレイアンテナに初期値として与えることにより、重み係数の適応制御を速やかに収束させることができる。

【0058】さらに、本実施形態では次のようなリンク割当の優先度を表す基地局リストに基づくハンドオーバー処理を併用してもよい。図 12 に示すように、移動端末 600 において移動端末 600 と現在通信中の基地局 601 以外の基地局 602 (到来方向推定の対象としている基地局) の識別情報 (基地局 ID) を基地局 602 が送信しているパイロットチャネルのような特定チャネルの信号に多重されている拡散符号から認識し (S901)、移動端末 600 において基地局 602 から送信されてくる電波の受信強度情報、例えば P SMM (Pilot Strength Measurement Message: パイロット強度測定メ

ッセージ) を基地局 602 の基地局 ID と共に基地局 601 あるいは制御局 (MSC) に送信する (S902)。そして、この P SMM を受信した基地局 601 または MSC 側において、管理している基地局リストの内容を更新する (S903)。P SMM は、移動端末 600 において基地局 602 から送信されたパイロットチャネルの信号の受信信号レベルから求められる。

【0059】基地局リストとは、リンク割当の優先度を表すために各移動端末と各基地局との間の送受信状態を表す関係を示したリストであり、例えば図 13 に示されるように、各移動端末の識別情報 (端末 ID という) と各基地局 ID とを P SMM に対応したアクティブセット (Active set)、キャンディデイトセット (Candidate set) 及びネイバーセット (Neighbor set) の 3 レベルの関係パラメータで対応付けたテーブルとなっている。図 13 では、端末 ID を大文字のアルファベットで表し、基地局 ID を小文字のアルファベットで表している。アクティブセットは、ある MSC から送信されるパイロットチャネルの信号が移動端末 600 で受信可能な場合に相当する。キャンディデイトセットは、MSC 側から送信されるパイロットチャネルの信号を移動端末 600 が十分なレベルで受信しているが、アクティブセットに入っていない場合に相当する。また、ネイバーセットは、やがてキャンディデイト (候補) になると予想されるが、MSC 側から送信されるパイロットチャネルの信号がまだ間欠的にしかパイロットチャネルの信号が受信されない場合に相当する。

【0060】この基地局リストを管理している基地局または MSC では、移動端末 600 から送信されてきた P SMM を受信すると、それに従って図 13 の基地局リストの更新、具体的には P SMM を送信してきた移動端末に対応する端末 ID と各レベルの関係パラメータとの交点に記述されている基地局 ID の内容を更新する。各交点に記述される基地局 ID は、図 13 に示されるように一つの場合もあるし、複数の場合もある。

【0061】ここで、図 11 に示した S806 における処理、すなわち、現在通信中の基地局以外の基地局からの電波の到来方向を推定する際に、複数存在する他の基地局群のうち、どの基地局を選択して到来方向の対象とするかを決定する処理を、基地局リストを利用して行う処理を図 14 及び図 15 を参照しながら説明する。

【0062】図 11 に示した S805 における判定処理において、前回の到来方向推定時から所定時間以上が経過した旨が判定されたら、図 14 に示すように、端末は、現在通信中の基地局に対して、あるいは、該基地局を経由して MSC に対して、基地局リストを照会するコマンドを送信する (S1201)。コマンドを受けた基地局あるいは MSC は、到来方向の対象となる基地局として、(1) 基地局リスト中のアクティブセットにおいて現在通信中の基地局以外のものがある場合には、そ

【図6】 図3に示した重み付け計算部304の内部構 50

601…第1の基地局

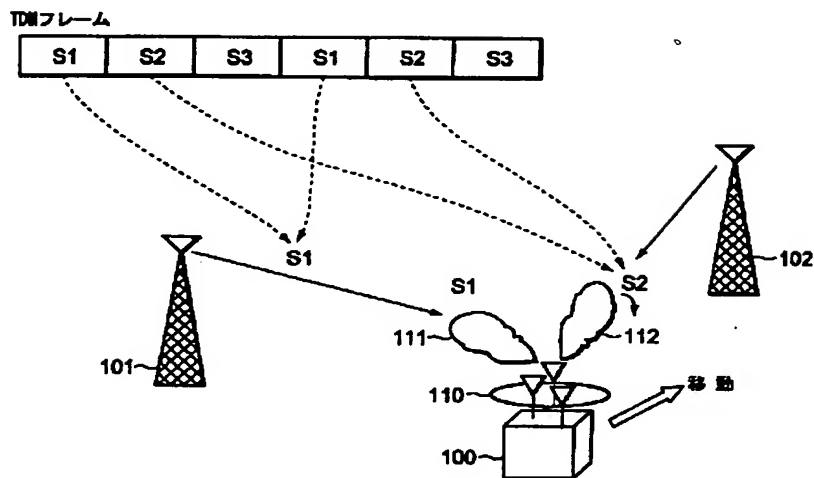
17

602…第2の基地局
 610…アレイアンテナ
 611, 612…アンテナビーム
 701…低雑音増幅器
 702…フィルタ
 703…ミキサ
 704…ローカル信号発生器
 705…分配器
 706…フィルタ
 707…直交復調器
 708…A/D変換器

18

709…デジタル信号処理部
 710, 720…受信回路
 711, 721…乗算器
 712, 722…加算器
 713, 723…逆拡散回路
 714, 724…検波回路
 715, 725…制御回路
 716, 726…同期回路
 1401…到来方向に応じた重み係数の初期値
 10 1402…重み係数更新計算部
 1403…受信レベルによる初期値出力制御回路

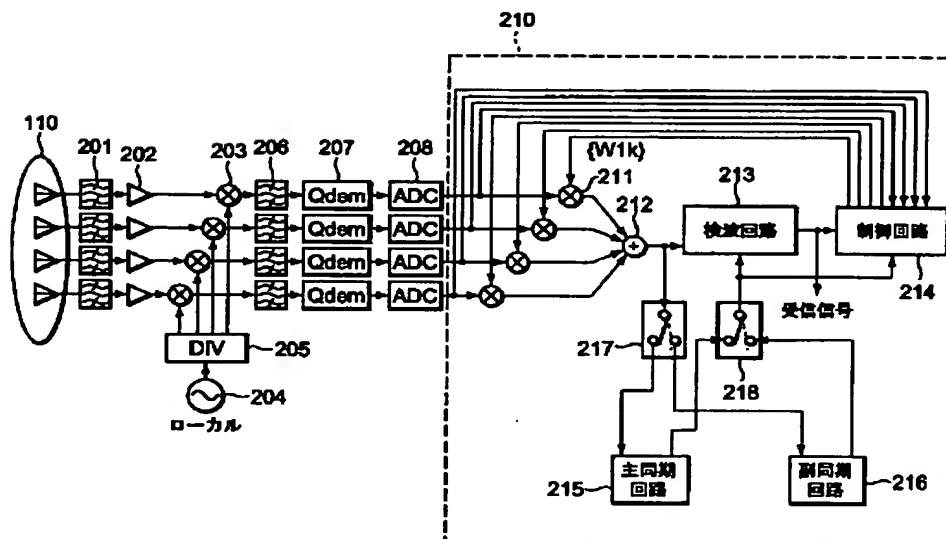
【図1】



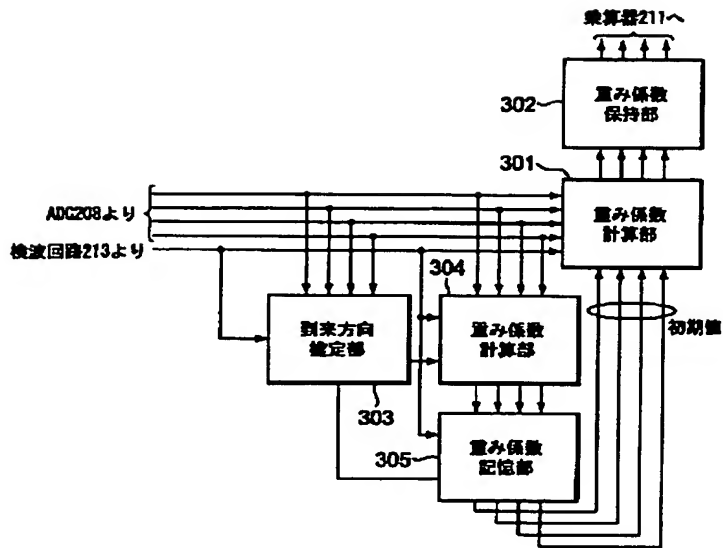
【図4】

従来方向	受信レベル	重み係数
⋮	⋮	

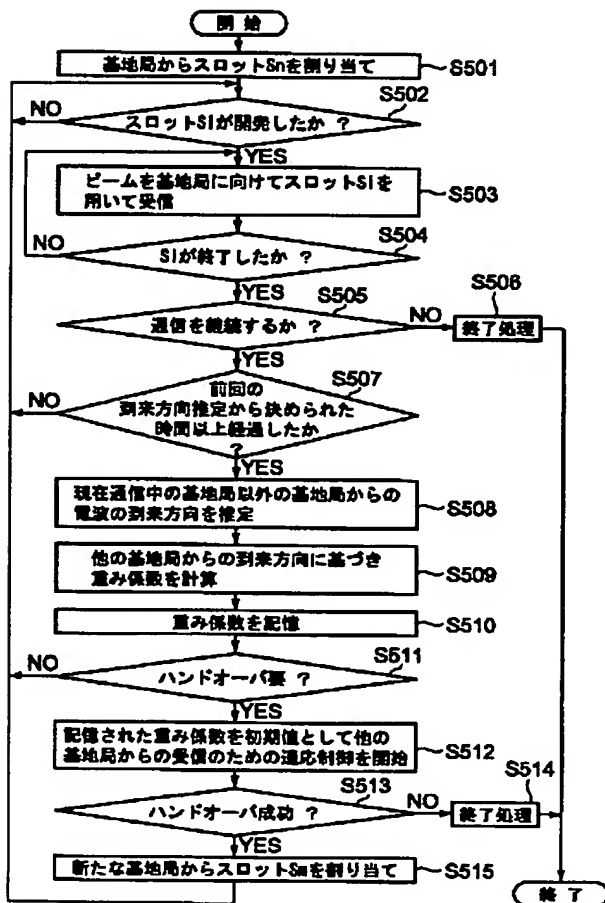
【図2】



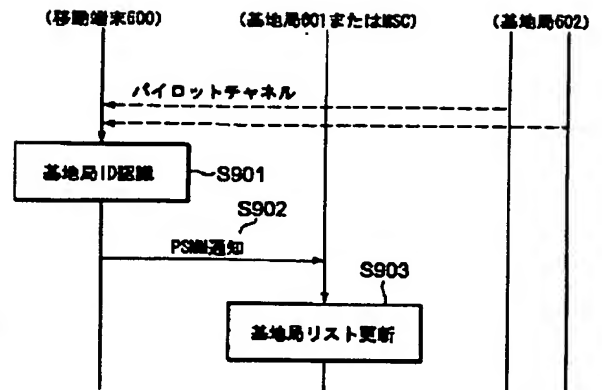
【図3】



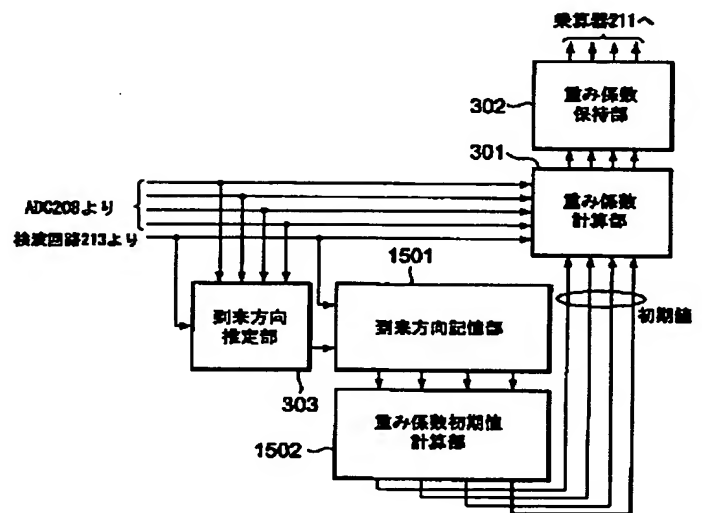
【図5】



【図12】



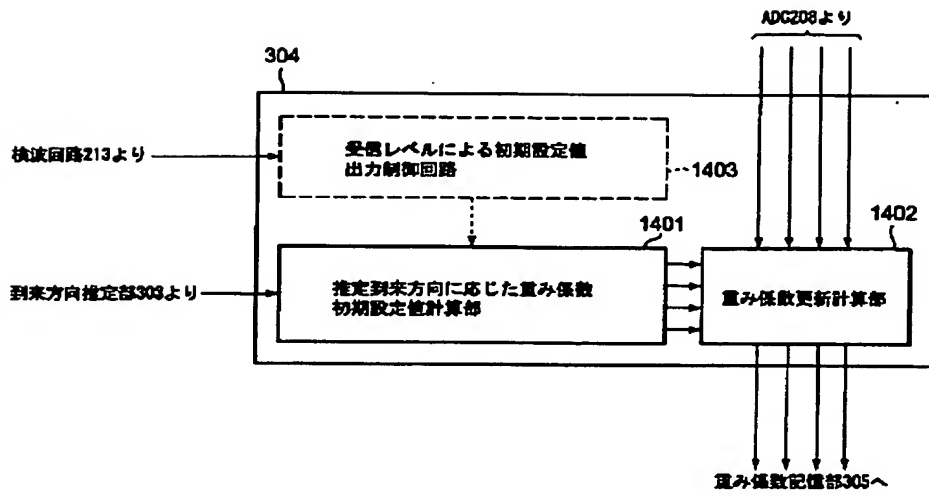
【図7】



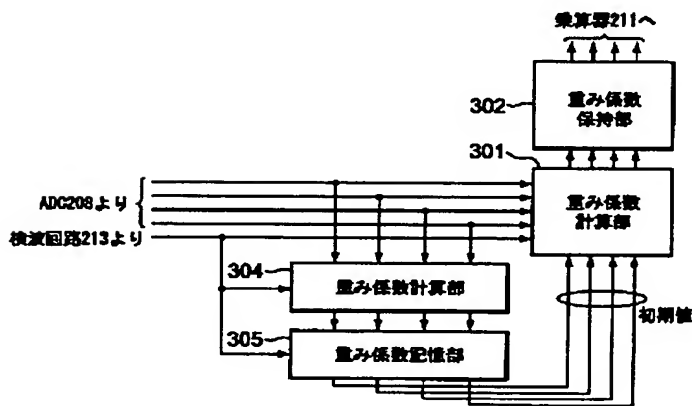
【図13】

端末ID	Active set	Candidate set	Neighbor set
A	b,d	c	f
B	e	g,s	k,r,q
⋮	⋮	⋮	⋮
N	m,p	h,j	n

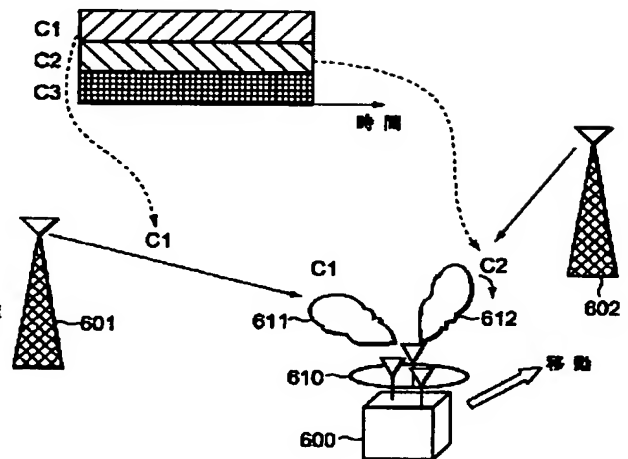
【図 6】



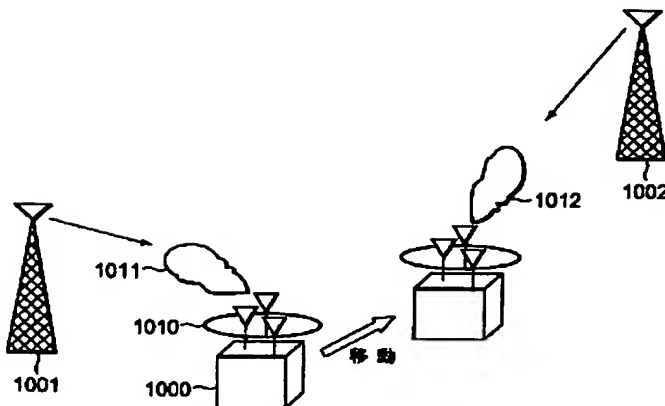
【図 8】



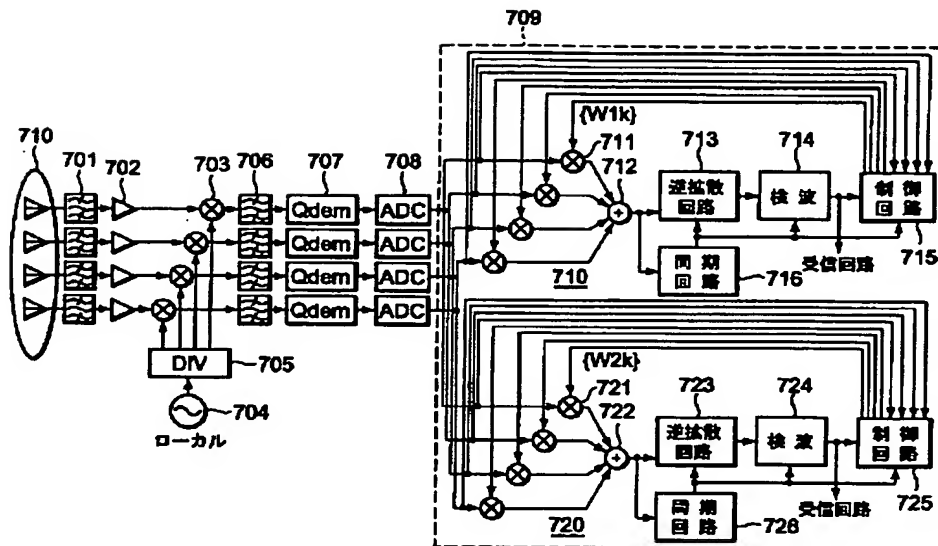
【図 9】



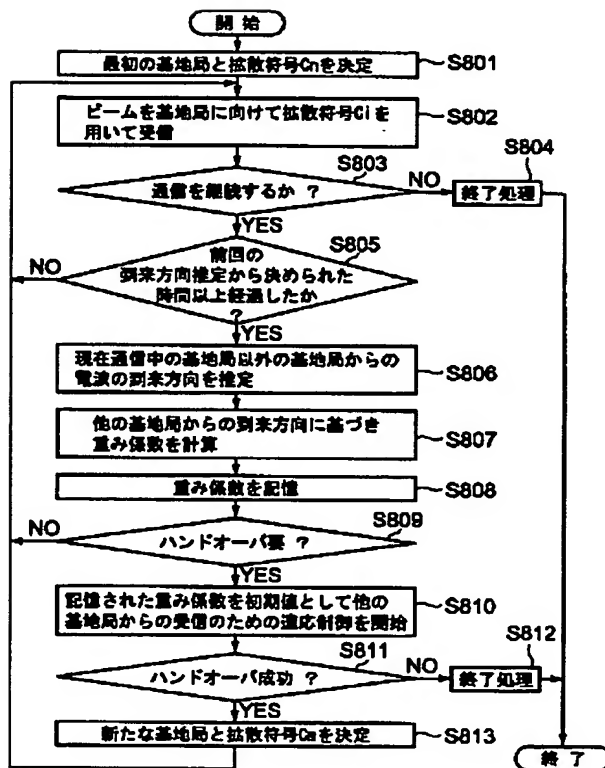
【図 16】



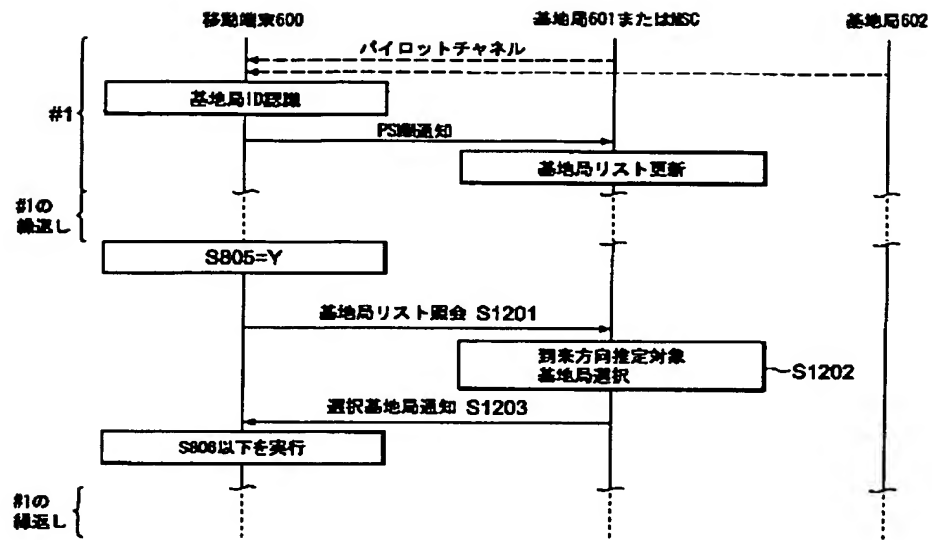
【図 10】



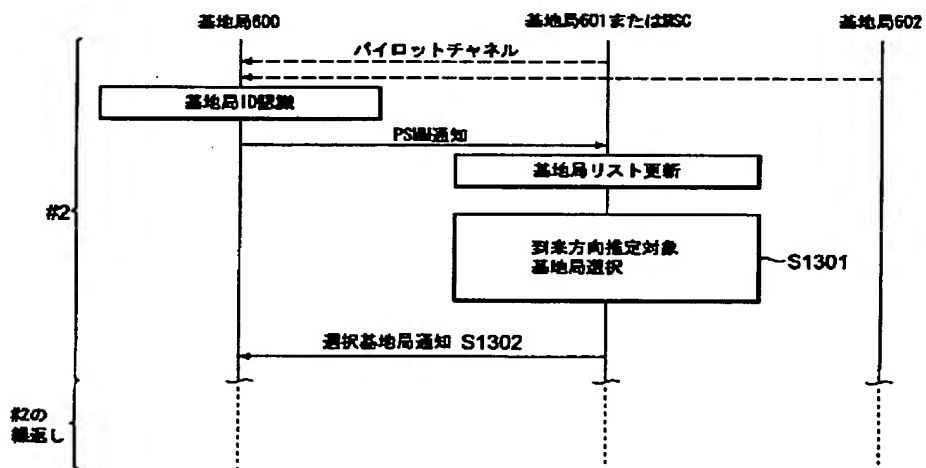
【図 11】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷
// H04J 3/00

識別記号

F I
H04J 13/00

テーマコード (参考)
D

F ターム(参考) 5J021 AA03 AA06 AA11 DB01 EA04
FA13 FA16 FA30 GA02 GA08
HA06 HA10
5K022 EE01 EE21 EE36
5K028 BB06 CC02 CC05 EE08 HH00
KK12 LL12 RR02
5K059 CC03 CC04 DD32 DD35
5K067 AA15 CC04 DD25 EE02 EE10
EE24 EE71 HH21 HH22 HH23
JJ39 JJ72 KK02 KK03